

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08130199 A**(43) Date of publication of application: **21.05.96**

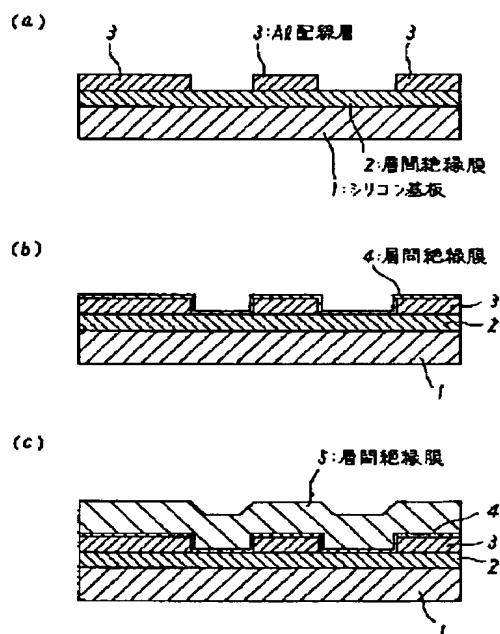
(51) Int. Cl.

**H01L 21/304****H01L 21/3205**(21) Application number: **06338726**(22) Date of filing: **29.12.94**(30) Priority: **06.09.94 JP 06212831**(71) Applicant: **SONY CORP**(72) Inventor: **MUROYAMA MASAKAZU****(54) FLATTENING METHOD OF STEPPED BASE BODY****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent the generation of particles, cracks, etc., by applying compressive stress to an insulating film by heat treatment and executing polishing for flattening.

**CONSTITUTION:** Heat treatment is carried out to a spin-on-glass insulating film 5 consisting of hydroxysilazane for a re-oxidation reaction for thirty min at 450°C in the strong oxidizing atmosphere of steam, thus compacting the insulating film 5. Film stress is changed into tensile stress in the re-oxidation process. The insulating film 5 is flattened by polishing by using a polishing pad, etc. Accordingly, the flattened insulating film which generates no particles, no cracks, etc., and has excellent film quality, can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 3 0 1 9 9

(43) 公開日 平成 8 年 ( 1 9 9 6 ) 5 月 2 1 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01L 21/304

識別記号

321 B  
M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

21/3205

H01L 21/88

K

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 3 3 8 7 2 6  
(22) 出願日 平成 6 年 ( 1 9 9 4 ) 1 2 月 2 9 日  
(31) 優先権主張番号 特願平 6 - 2 1 2 8 3 1  
(32) 優先日 平 6 ( 1 9 9 4 ) 9 月 6 日  
(33) 優先権主張国 日本 ( J P )

(71) 出願人 0 0 0 0 0 2 1 8 5  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号  
(72) 発明者 室山 雅和  
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ  
ニー株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 山口 邦夫 (外 1 名)

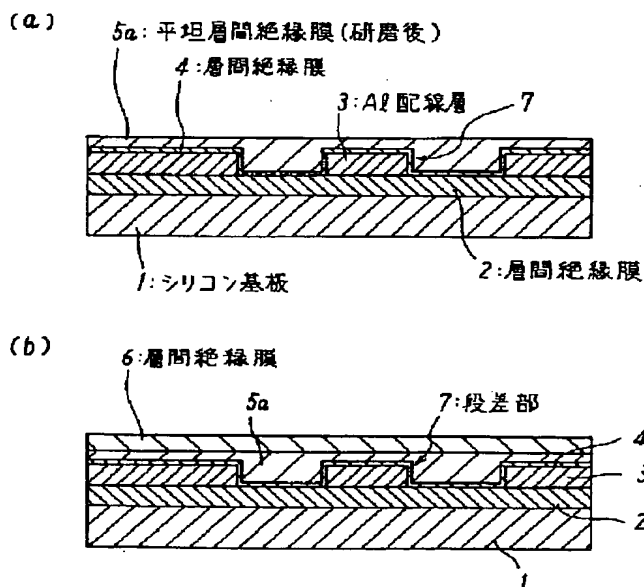
(54) 【発明の名称】 段差基体の平坦化方法

(57) 【要約】

【目的】 クラックが発生せず膜質の良好な平坦化絶縁膜を得ることが可能な段差基体上の平坦化方法を提供する。

【構成】 段差基体上に絶縁膜 5 を形成し、絶縁膜の少なくとも一部を研磨することによって絶縁膜を平坦化する工程を有する段差基体 2 4 の平坦化方法において、絶縁膜に圧縮応力を付与する熱処理工程を行った後、研磨を施す。また、上記平坦化方法において、段差基体 2 4 にプラズマ照射を行う。

実施例を示す工程断面図(II)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 段差基体上に絶縁膜を形成し、該絶縁膜の少なくとも一部を研磨することによって該絶縁膜を平坦化する工程を有する段差基体の平坦化方法において、上記絶縁膜に圧縮応力を付与する熱処理工程を行った後、上記研磨を施すことを特徴とする段差基体の平坦化方法。

【請求項 2】 上記絶縁膜がスピノングラス膜であることを特徴とする請求項 1 記載の段差基体の平坦化方法。

【請求項 3】 上記スピノングラス膜がヒドロキシシラザンからなることを特徴とする請求項 2 記載の段差基体の平坦化方法。

【請求項 4】 上記圧縮応力を付与する熱処理工程を無水雰囲気で行うことを特徴とする請求項 1 記載の段差基体の平坦化方法。

【請求項 5】 上記研磨工程の後に熱処理工程を行うことを特徴とする請求項 1 記載の段差基体の平坦化方法。

【請求項 6】 上記研磨工程後の熱処理工程を水蒸気あるいは過酸化水素の強酸化性雰囲気で行うことを特徴とする請求項 5 記載の段差基体の平坦化方法。

【請求項 7】 段差基体上に絶縁膜を形成し、該絶縁膜を平坦化する工程を有する段差基体の平坦化方法において、上記段差基体にプラズマ照射を行うことを特徴とする段差基体の平坦化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 この発明は、半導体装置の製造に適用して好適な段差基体の平坦化方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 半導体装置の製造において、デバイスの大容量化に伴い、多層配線技術が重要である。すなわち、この多層配線技術は集積回路における配線を多層化し、基板等の基体内に配置された各素子間の結合に自由度を与え、高密度のデバイスを形成させるものである。

【 0 0 0 3 】 この多層配線技術においては、多層配線の段切れ（断線）を防止するための段差部の平坦化が重要である。

【 0 0 0 4 】 平坦化技術として近年、段差基体上に C V D 法により層間絶縁膜を形成した後、塩基性溶液中でシリコン酸化物の微粒子を用いた機械的・化学的研磨技術が報告されている。

## 【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、層間絶縁膜として引張応力を有する層間絶縁膜を用いた場合には、上述の機械的・化学的研磨時に発生する微細なスクラッチ（引っかき疵）に引張応力が集中し、層間絶縁膜にクラックが発生することが報告されている。この問題を回避するために引張応力とは逆の圧縮応力を有する層間絶縁

膜を更に堆積し、この層間絶縁膜を研磨する手法が考案されている。この内容は例えば第 4 1 回応用物理学会学術講演会予稿集 3 0 a - Z W - 5 に記載されている。

【 0 0 0 6 】 また、近年、厚膜化が可能なことや V I A ホール（コンタクトホール）からの脱離ガスが起らないことから、例えばヒドロキシシラザンを用いた所謂スピノングラス法（S O G 法）による層間絶縁膜（S O G 膜）の形成方法が提案されている。本 S O G 膜は上記特性を有しているために研磨プロセスと併用することにより、チップ全面にわたる平坦化絶縁膜の形成方法として注目されている。S O G 膜を用いた平坦化技術については第 5 4 会応用物理学会学術講演会予稿集 2 9 a - X - 1 0 に記載されている。

【 0 0 0 7 】 しかし、本 S O G 膜は、S O G 法においてスピノコート後に水蒸気アニールによる酸化反応により安定な酸化膜に変化させた層間絶縁膜として形成されるが、水蒸気アニールにより膜応力が引張応力となり、上述のように研磨時にクラックが生じる問題があった。

【 0 0 0 8 】 また、これまでに各種の層間絶縁膜の形成技術及び平坦化技術が開発されてきたが、微細化、多層化した配線層に適用した場合、配線間隔が広い場合の平坦性の不足や配線間隔における層間膜でのボイドの発生により配線間における信頼性不良が重要な問題になっている。このようなボイドを発生しない埋め込み特性が優れた C V D 法としてのバイアス E C R （エレクトロンサイクロトロン共鳴）C V D 法が知られているが、この方法による層間絶縁膜の形成では膜質及び平坦性を維持するために、基体温度を均一化すると共に、高周波電力を印加するために設置してある下部電極に密着させる必要がある。

【 0 0 0 9 】 そのため、ウェハー（シリコン基板とその上の配線等の段差基体を含む）の保持方法としてクランプ方法が提案されている。クランプ方法については半導体基体の周辺部を機械的に保持する方法であり、従来から種々の方法が提案されている。この方法では、クランプ部の稼働によりクランプ上に成膜された膜が剥離し、パーティクルが発生することが確認されている。ウェハー周辺部での下部電極の密着性は良好であるが、中心部では逆に密着性が劣化する傾向があり、温度分布の劣化の原因となる。

【 0 0 1 0 】 そのため、クランプ方法に代わるウェハー保持方法として静電チャック方法が提案されている。静電チャック方法は下部電極に電荷を発生させ、その静電力によりウェハーを保持する方法であり、ウェハー全面に、しかも均一に保持力が働くために温度の均一性が高く優れた保持方法と考えられている。

【 0 0 1 1 】 しかし、半導体基体を高温に保持し、しかも高周波電力の印加の必要性から下部電極の構造が複雑になる。

【 0 0 1 2 】 そこで、この発明は、パーティクルやクラ

ック等が発生しない膜質の良好な平坦化絶縁膜を得ることが可能な段差基体上の平坦化方法を提供することを目的とする。また、この発明は簡単な方法でウェハー温度を均一にして平坦化絶縁膜を得ることが可能な段差基体上の平坦化方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】 上述の課題を解決するため、本発明においては、段差基体上に絶縁膜を形成し、絶縁膜の少なくとも一部を研磨することによって絶縁膜を平坦化する工程を有する段差基体の平坦化方法において、絶縁膜に圧縮応力を付与する熱処理工程を行った後、研磨を施すことを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】 また、本発明においては、段差基体上に絶縁膜を形成する前に、段差基体にプラズマ照射を行うことを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

【作用】 本発明の請求項 1 ～ 4 によれば、段差基体上にヒドロキシシラザン等を用いたスピノングラス絶縁膜を形成し、その絶縁膜の少なくとも一部を研磨して段差基体を平坦化する際に、研磨時には絶縁膜にクラックが発生しないように研磨前に無水雰囲気中で酸化して、絶縁膜の膜応力を圧縮応力とした後に研磨工程で平坦化するため、研磨時に絶縁膜にクラックが生じることが抑制される。無水雰囲気においては絶縁膜中の溶媒の除去は円滑に進行するものの、スピノングラス膜中に存在する SiN 結合の分解及び再酸化反応は共に進行しないために膜応力は圧縮応力を示す。

【 0 0 1 6 】 また、本発明の請求項 5 及び 6 によれば、上述の段差基体を平坦化する際、絶縁膜を研磨した後、水蒸気あるいは過酸化水素の強酸化性雰囲気中で熱処理（酸化）を行うため、スピノングラス膜中の SiN 結合の分解及び再酸化反応が円滑に進行し、膜が緻密化され所望の平坦化膜が得られる。なお、この研磨後の再酸化反応では絶縁膜の膜応力は引張応力に転移する。

【 0 0 1 7 】 また、本発明の請求項 7 によれば、プラズマ中で解離したガスがイオン化され基体に衝突するため、この衝突による運動エネルギーによって基体温度が所定温度に加熱保持される。

【 0 0 1 8 】

【実施例】 続いて、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 及び図 2 は本発明に係る段差基体の平坦化方法の一実施例を示すそれぞれ工程断面図 ( I ) 及び ( II ) である。本実施例は半導体集積回路 ( IC ) 製造の際に、段差を有する基体であるシリコン基板上に平坦な絶縁膜を形成する工程を示したものである。

【 0 0 1 9 】 まず、図 1 ( a ) に示すように、シリコン基板 1 の上に約 6 0 0 n m の厚さの SiO<sub>2</sub> からなる層間絶縁膜 2 及び約 6 0 0 n m の厚さの A 1 配線層 3 が形成されたウェハーを用意した。このウェハーは A 1 配線層 3 が層間絶縁膜 2 上で段差を形成している。本実施例

ではシリコン基板 1、層間絶縁膜 2 及び A 1 配線層 3 によって段差基体が構成される。

【 0 0 2 0 】 次に、図 1 ( b ) に示すように、次工程で形成する平坦化用の層間絶縁膜の膜質を補う目的で 1 0 0 n m 程度の薄い層間絶縁膜 4 を段差基体上に C V D 法で形成した。

【 0 0 2 1 】 その後、図 1 ( c ) に示すようにスピノングラス ( S O G ) 法により、平坦化用の層間絶縁膜 ( S O G 膜 ) 5 を約 1 0 0 0 n m の厚さに下記の条件で形成した。

【 0 0 2 2 】 材料

溶質 ヒドロキシシラザン

溶媒 メチルイソブチルケトン

固形分 1 4 %

形成条件

回転数 4 0 0 0 r p m

加熱条件

1 5 0 ℃ 6 0 s e c

層間絶縁膜 5 を形成後、無水窒素雰囲気中で 4 5 0 ℃ の温度で 3 0 分間熱処理を行うことによって酸化して膜応力を圧縮応力とすると共に、膜中の水分を除去した。

【 0 0 2 3 】 次に、図 2 ( a ) に示すように、S O G 膜である層間絶縁膜 5 を下記に説明する研磨方法により平坦化し、平坦層間絶縁膜 5 a を形成した。この平坦化工程では段差部 7 には層間絶縁膜 5 を埋め込み、A 1 配線 3 上方に厚さ約 1 0 0 n m の層間絶縁膜 5 a を残存させた。

【 0 0 2 4 】 上述の平坦化工程に使用した研磨装置を図 3 に示す。1 3 は上面が円形状の研磨プレート、1 2 はスラリー導入管 1 1 から導入されたスラリーであり、研磨材料である。なお、研磨プレート 1 3 上面には円形パッド 1 8 が配されている。1 4 は研磨プレート回転軸であり、研磨プレート 1 3 を矢印方向に回転する。1 5 はウェハーであり、ウェハー保持試料台 1 6 に配されている。ウェハー保持試料台 1 6 はウェハー保持試料台回転軸 1 7 により矢印方向に回転する。ウェハー 1 5 はウェハー保持試料台 ( キャリア ) 1 6 に真空チャック方式により固定される。一方、研磨プレート ( プラテン ) 1 3 上にはパッド 1 8 が固定されており、スラリー導入管 1 1 からスラリー 1 2 が供給される。ポリッシュ処理中は上部のウェハー保持試料台回転軸 1 7 及び研磨プレート回転軸 1 4 を回転することにより、ウェハー面内のポリッシュの均一性を確保している。

【 0 0 2 5 】 なお、本実施例では枚葉式の研磨装置を使用した。ウェハー載置の構成や使用方法の工夫については、特に限定されるものではない。また、研磨時のウェハーの押し付け圧力については、ウェハー保持試料台 1 6 に加える力を制御することにより行う。

【 0 0 2 6 】 この研磨装置を用いて層間絶縁膜 5 を平坦化 ( 研磨 ) した研磨条件を以下に示す。

【0027】

研磨プレート回転数 37rpm  
 ウェハ保持試料台回転数 17rpm  
 研磨圧力  $5.5 \times 10^3 \text{ Pa}$   
 スラリー流量 225ml/分  
 スラリー成分 研磨微粒子  
 KOH  
 水

【0028】このようにして層間絶縁膜5を平坦化した後、水蒸気の強酸化性雰囲気において、450℃の温度で30分間再酸化反応のための熱処理を施し、層間絶縁膜5の緻密化を行った。この再酸化工程で膜応力は引張応力に転移する。

【0029】最後に、平坦化膜として必要な膜厚を得るために、通常のCVD法により層間絶縁膜5a上に厚さ約200nmの $\text{SiO}_2$ からなる層間絶縁膜6を形成して平坦化が完了する(図2(b))。

【0030】上述の実施例の他に、無水酸素雰囲気中で圧縮応力に制御した後、研磨により絶縁膜を平坦化する。その後、過酸化水素雰囲気中で熱処理を行い、再酸化により膜の緻密化を達成することができる。

【0031】続いて、ECRプラズマCVD装置を用いて段差基体を所定温度に保持して絶縁膜を緻密に平坦性よく形成する実施例を説明する。

【0032】図4は本実施例で使用したECRプラズマCVD装置の模式構成図である。図において、20はプラズマ発生室、21はCVD成膜を行う反応室、24は段差基体(ウェハ上に段差が配されたもの)、25は段差基体24を支持し、ヒーター28を内蔵した下部電極、26はRF電源であり下部電極25に接続されている。29はECR条件を満足させるための磁石、30は電磁波1種、 $\mu$ 波30aを伝播させるための導波管、31はプラズマを発生させるためのアルゴン(Ar)等の不活性ガスでプラズマ発生室20内に導入される。32はプラズマ発生室20を周囲から冷やす冷却水である。

【0033】このように構成されたECRプラズマCVD装置を用いて層間絶縁膜の形成に先立ち、下記の如きArプラズマ処理条件で段差基体24を300℃に維持した。この段差基体24は本例ではシリコン基体1上に $\text{SiO}_2$ からなる層間絶縁膜2及びAl配線層3が形成されたウェハを用意した。

【0034】上述のECRプラズマCVD装置において基体上に絶縁膜を形成する前に反応室21内にArガス31を導入し、Arプラズマ処理を以下の条件で行い、段差基体24と下部電極25の密着性を向上させた。

【0035】Arプラズマ処理条件

ガス流量 Ar 100sccm  
 圧力 0.1Pa  
 $\mu$ 波 2000W  
 RF 1500W

時間 60秒

【0036】その後、以下の条件で層間絶縁膜の形成を連続的に行い、段差基体上への層間絶縁膜の平坦化が完了する。

【0037】成膜条件

ガス流量  $\text{SiH}_4/\text{N}_2\text{O} = 70/70 \text{ sccm}$   
 圧力 0.1Pa  
 $\mu$ 波 2000W  
 RF 2000W  
 時間 120秒

【0038】次に、上記条件により得られた層間絶縁膜のHF溶液によるエッチング速度を測定したが、基板温度分布に起因するエッチング分布の劣化は見られず、層間絶縁膜の膜厚が均一であることがわかる。

【0039】続いて、以下に示す実施例は上述の実施例と同様にAl配線上に層間絶縁膜を形成する場合であり、プラズマ処理後の温度変化を最小にするために、ガス種やその流量をできるだけ一定に保持した例である。そのため、成膜反応に用いる $\text{O}_2$ ガスを段差基体温度を一定にするプラズマ処理にも用いて段差基体温度を200℃に制御した。この段差基体も上述の例と同様の材料構成とした。

【0040】すなわち、本例ではこの段差基体上に層間絶縁膜を形成する前に、反応室21内に $\text{O}_2$ ガスを導入し、 $\text{O}_2$ プラズマ処理を以下の条件で行った。

【0041】 $\text{O}_2$ プラズマ処理条件

ガス流量  $\text{O}_2$  140sccm  
 圧力 0.1Pa  
 $\mu$ 波 2000W  
 RF 2000W  
 時間 100秒

【0042】このようなプラズマ処理によって基板温度を200℃に制御し、その後、以下の条件で段差基体上に層間絶縁膜の形成を連続的に行い、層間絶縁膜の平坦化が完了する。

【0043】成膜条件

ガス流量  $\text{SiH}_4/\text{O}_2 = 70/70 \text{ sccm}$   
 圧力 0.1Pa  
 $\mu$ 波 2000W  
 RF 2000W  
 時間 120秒

【0044】次に、上記条件により得られた層間絶縁膜のHF溶液によるエッチング速度を測定したが、基板温度分布に起因するエッチング分布の劣化は見られず、層間絶縁膜の膜厚が均一であることがわかった。

【0045】また、本発明によれば段差基体上に絶縁膜を形成する前に段差基体にプラズマを照射して基体温度を単独で所定温度に維持したが、プラズマ照射とヒーターの使用によっても可能である。

【0046】また、プラズマ発生装置としてマイクロ波

電子サイクロトロン共鳴プラズマ装置を用いたが、平行平板プラズマ、誘導コイル型プラズマ、ヘリコン波プラズマ及びトランス結合プラズマ等のプラズマ励起手段を有する装置を用いることもできる。

【 0 0 4 7 】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば平坦化の層間絶縁膜としてSOG膜を塗布形成後、所定の雰囲気中で酸化して圧縮応力を保持した状態で平坦化のための研磨を行うようにしているため、研磨時にSOG膜にクラックが生じなかった。

【 0 0 4 8 】また、基体上に絶縁膜を形成する前に簡単な方法で段差基体温度が均一に保持され、その後の段差基体上の絶縁膜形成において膜質が改善された平坦化膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る段差基体の平坦化方法の一実施例を示す工程断面図 (I) である。

【図 2】本発明に係る段差基体の平坦化方法の一実施例を示す工程断面図 (II) である。

【図 3】実施例で使用した研磨装置模式図である。

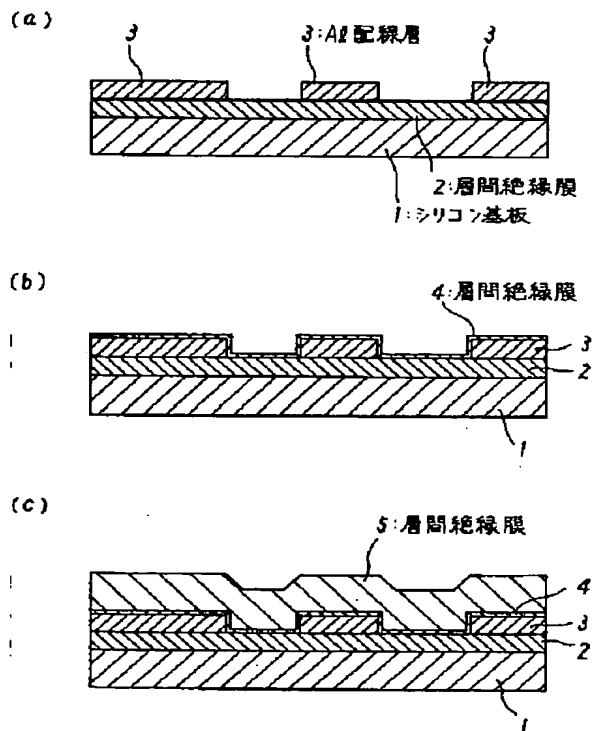
【図 4】ECR型プラズマCVD装置である。

【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 層間絶縁膜
- 3 Al配線層
- 4 層間絶縁膜
- 5 層間絶縁膜 (SOG膜)
- 5a 平坦層間絶縁膜
- 6 層間絶縁膜
- 11 スラリー導入管
- 12 スラリー
- 10 13 研磨プレート
- 14 研磨プレート回転軸
- 15 ウェハー
- 16 ウェハー保持試料台
- 17 ウェハー保持試料台回転軸
- 18 研磨布 (パッド)
- 20 プラズマ発生室
- 21 反応室
- 24 段差基体
- 25 下部電極
- 20 28 ヒーター
- 29 磁気コイル

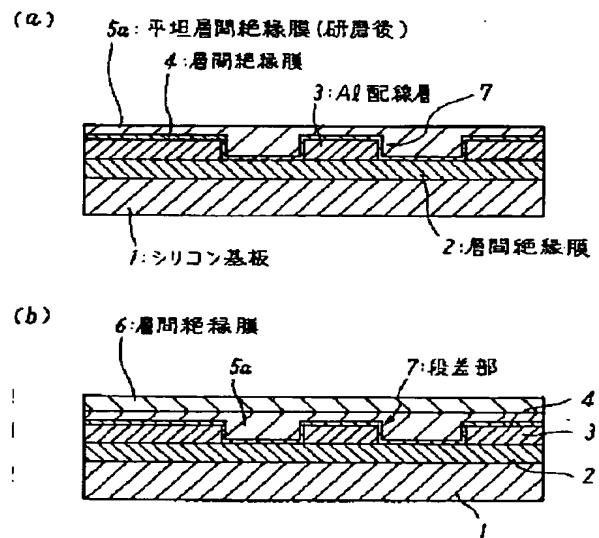
【図 1】

実施例を示す工程断面図 (I)



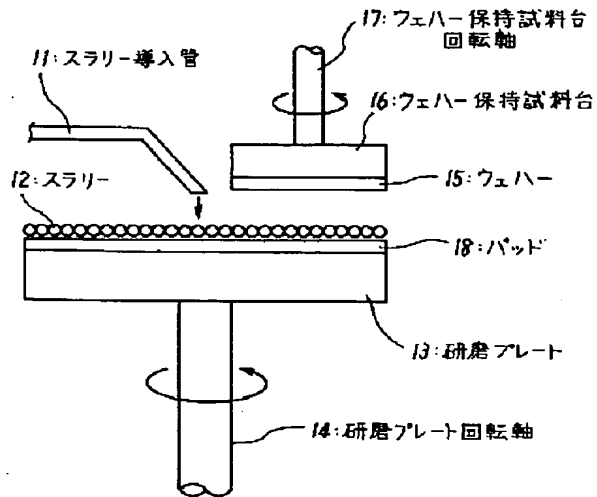
【図 2】

実施例を示す工程断面図 (II)



【図 3】

実施例で使用する研磨装置の模式図



【図 4】

ECR型プラズマCVD装置模式構成図

